

# **PABRIK BENZALDEHYDE DARI TOLUENE DENGAN PROSES CHLORINASI**

**PRA RENCANA PABRIK**



*Oleh :*

**LAILIA MUFIDA**

NPM : 0631010064

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
2011**

**PABRIK BENZALDEHYDE DARI TOLUENE  
DENGAN PROSES CHLORINASI  
PRA RENCANA PABRIK**

Diajukan Untuk Memenuhi Tugas Akhir  
Sebagian Persyaratan Dalam Memperoleh Gelar Sarjana  
Jurusan Teknik Kimia

*Oleh :*

**LAILIA MUFIDA**

**NPM : 0631010064**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”  
JAWA TIMUR  
2011**

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dan dengan segala rahmat serta karuniaNya sehingga penyusun telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Benzaldehyde dari toluene dengan proses chlorinasi”, dimana Tugas Akhir ini merupakan tugas yang diberikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan kesarjana di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Benzaldehyde dari toluene dengan proses chlorinasi” ini disusun berdasarkan pada beberapa sumber yang berasal dari beberapa literatur , data-data , majalah kimia, dan internet.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih atas segala bantuan baik berupa saran, sarana maupun prasarana sampai tersusunnya Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Ir. Sutiyono, MT  
Selaku Dekan FTI UPN “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Ir. Retno Dewati, MT  
Selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, FTI,UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Ir. L. Urip Widodo, MT  
Selaku Dosen Pembimbing.
4. Dosen Jurusan Teknik Kimia , FTI , UPN “Veteran” Jawa Timur.

5. Seluruh Civitas Akademik Jurusan Teknik Kimia , FTI , UPN “Veteran” Jawa Timur.
6. Kedua orangtua yang selalu mendoakan penyusun.
7. Semua pihak yang telah membantu , memberikan bantuan, saran serta dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu segala kritik dan saran yang membangun penyusun harapkan dalam sempurnanya tugas akhir ini.

Sebagai akhir kata, penyusun mengharapkan semoga Tugas Akhir yang telah disusun ini dapat bermanfaat khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknologi Industri jurusan Teknik Kimia.

Surabaya , April 2011

Penyusun,

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR TABEL .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	v
INTISARI .....	vi
BAB I PENDAHULUAN .....	I – 1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES .....	II – 1
BAB III NERACA MASSA .....	III – 1
BAB IV NERACA PANAS .....	IV – 1
BAB V SPESIFIKASI ALAT .....	V – 1
BAB VI PERENCANAAN ALAT UTAMA .....	VI – 1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA ....	VII – 1
BAB VIII UTILITAS .....	VIII – 1
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK .....	IX – 1
BAB X ORGANISASI PERUSAHAAN .....	X – 1
BAB XI ANALISA EKONOMI .....	XI – 1
BAB XII PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN .....	XII – 1
DAFTAR PUSTAKA	

## DAFTAR TABEL

Tabel VII.1.	Jenis Dan Jumlah Fire – Extinguisher .....	VII - 7
Tabel VIII.2.1.	Baku mutu air baku harian .....	VIII-5
Tabel VIII.2.3.	Karakteristik Air boiler dan Air pendingin .....	VIII-6
Tabel VIII.4.	Kebutuhan Listrik Untuk Peralatan Proses Dan Utilitas .....	VIII-55
Tabel VIII.4.2.	Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan Ruang Pabrik Dan Daerah Proses .....	VIII-57
Tabel IX.1.	Pembagian Luas Pabrik .....	IX - 8
Tabel X.1.	Jadwal Kerja Karyawan Proses .....	X - 10
Tabel X.2.	Perincian Jumlah Tenaga Kerja .....	X - 11
Tabel XI.1.	Hubungan kapasitas produksi dan biaya produksi ...	XI - 5
Tabel XI.2.	Hubungan antara tahun konstruksi dengan modal sendiri .....	XI - 5
Tabel XI.3.	Hubungan antara tahun konstruksi dengan modal pinjaman .....	XI - 5
Tabel XI.5.	Internal Rate of Return .....	XI – 6
Tabel XI.6.	Rate On Equity .....	XI - 7
Tabel XI.7.	Waktu Pengembalian modal .....	XI – 7
Tabel XI.8.	Tabel Cash Flow .....	XI - 10

## DAFTAR GAMBAR

Gambar IX.1 Lay Out Pabrik .....	IX - 9
Gambar IX.2 Peta Lokasi Pabrik .....	IX - 10
Gambar IX.3 Lay Out Peralatan Pabrik .....	IX - 11
Gambar X.1 Struktur Organisasi Perusahaan .....	X - 13
Gambar XI.1 Grafik BEP .....	XI - 9

## INTISARI

Pra Rencana Pabrik Benzaldehyde ini direncanakan beroperasi selama 330 hari pertahun, dengan kapasitas produksi sebesar 10.000 ton / tahun. Bahan baku yang digunakan adalah toluene cair dan gas chlorine.

Dari pertimbangan beberapa faktor, maka dipilih lokasi pabrik dikawasan Cilacap, Jawa Tengah dengan luas tanah 20.000 m<sup>2</sup>. Bentuk perusahaan berupa perseroan terbatas (PT) dan sistem organisasi yang digunakan adalah Garis dan Staff. Jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk mengoperasikan pabrik benzaldehyde sebanyak 150 orang.

Benzaldehyde dapat diproduksi dari hydrolysis benzalchloride, yang mana benzalchloride diperoleh dari proses chlorinasi toluene. Benzaldehyde yang keluar dari reactor hydrolysis kemudian dimurnikan dengan distilasi, kemurnian yang akan dicapai lebih kurang 98%.

### **Analisa Ekonomi :**

* Massa Konstruksi	: 2 Tahun
* Umur Pabrik	: 10 Tahun
* Fixed Capital Investment (FCI)	: Rp. 76.614.728.768
* Working Capital Investment (WCI)	: Rp. 13.520.246.253
* Total Capital Investment (TCI)	: Rp. 90.134.975.021
* Biaya Bahan Baku (1 tahun)	: Rp. 240.681.661.071



* Biaya Utilitas (1 tahun)	: Rp. 1.679.692.759
- Steam	= 1143,1094 lb/hari
- Air	= 1853,6052 m <sup>3</sup> /hari
- Listrik	= 115,1422 kWh/hari
- Bahan Bakar	= 604,4434 liter/hari
* Biaya Produksi Total (Total Production Cost)	: Rp. 388.268.386.092
* Hasil Penjualan Produk (Sale Income)	: Rp. 453.846.733.488
* Bunga Bank (Kredit Investasi Bank Mandiri)	: 12%
* Internal Rate of Return	: 47,73%
* Pay Out Periode	: 2 Tahun 3 bulan
* Break Even Point (BEP)	: 39,7%



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### I.1 Latar Belakang

Benzaldehyde adalah aldehyde aromatic yang penting dalam industri. Benzaldehyde banyak digunakan oleh industri farmasi dan industri parfum. Selain itu, benzaldehyde juga sangat dibutuhkan dalam industry electroplating. Jadi benzaldehyde merupakan bahan baku yang sangat penting bagi banyak industri lain.

Benzaldehyde dapat dibuat secara sintetik antara lain dengan oksidasi toluene, reaksi cabang klorinasi toluene ke benzal klorida disertai hidrolisa benzaldehyde, reaksi sommelet, sintesa Gattermen Koch dan masih banyak lagi (Kirk, R.E, and Othmer, OF., 1965).

Meskipun banyak cara pembuatan benzaldehyde secara sintetik tetapi hanya cara oksidasi toluene langsung dan reaksi cabang chlorinasi toluene ke benzal klorida yang disertai hidrolisa benzaldehyde yang mempunyai pengaruh ekonomis (Kirk, R.E, and Othmer, O.F., 1965).

Dengan berdirinya pabrik benzaldehyde diharapkan dapat mendukung dan mendorong pertumbuhan perekonomian Indonesia serta dapat pula mengurangi ketergantungan impor Indonesia akan benzaldehyde.

---

#### *Pra Rencana Pabrik Benzaldehyde*



## **I.2 Manfaat**

1. Benzaldehyde banyak digunakan sebagai bahan intermediate dalam industri pembuatan parfum atau wewangian.
2. Digunakan sebagai penghambat korosi.
3. Sebagai pelarut untuk resin polyester.
4. Digunakan dalam industri farmasi sebagai bahan ramuan obat-obatan.

## **I.3 Aspek Ekonomi**

Dengan banyaknya industri yang membutuhkan benzaldehyde sebagai bahan dasar atau sebagai bahan baku, maka pabrik benzaldehyde ini sangat potensial untuk didirikan baik untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri maupun ekspor.

Di bawah ini merupakan tabel kebutuhan impor benzaldehyde untuk lima tahun terakhir berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik :



Tabel 1. Data kebutuhan impor benzaldehyde

No.	Tahun	Kebutuhan Impor (Kg)
1.	2003	10403
2.	2004	16515
3.	2005	23776
4.	2006	15627
5.	2007	24526

Dilihat dari table di atas, kebutuhan industri dalam negeri akan benzaldehyde tidak terlalu besar, maka pabrik ini akan di bangun selain orientasi untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri juga memperhitungkan orientasi ekspor.



## I.4 Sifat-Sifat Fisik Dan Kimia

### I.4.1 Bahan Baku

#### a. Toluene

Rumus Molekul :  $C_6H_5CH_3$

#### Sifat- sifat Fisika:

Bentuk : Cairan bening tak berwarna dengan aroma seperti pengencer cat dan berbau harum seperti benzene.

Berat Molekul : 92

Densitas :  $0,8548 \text{ gram/cm}^3$

Titik beku :  $-95^\circ\text{C}$

Titik Didih :  $110,7^\circ\text{C}$

Flash point :  $552^\circ\text{C}$

Kelarutan/100 bagian air : 0,05

Panas specific :  $40,48 \text{ cal/mole } ^\circ\text{K}$

Panas Pembentukan :  $2,87 \text{ Kcal/mol}$

Specific gravity : 0,866 pada  $20^\circ\text{C}$

---

### ***Pra Rencana Pabrik Benzaldehyde***



Sifat-sifat Kimia:

Larut dalam alcohol, benzene dan eter tetapi tidak larut dalam air.

b. Chlorine

Sifat-sifat Fisika :

Bentuk : liquid, Berwarna kuning kehijauan.

Berat molekul : 70,90

Vapor Pressure (70°F) : 85,3 psig

Titik didih : -34,6°C

Titik beku : -101°C

Specifik gravity (gas) : 2,49

Specifik gravity (liquid) : 1,41

Densitas (gas) : 3,209 gram/liter

Suhu kritis : 291,2 °F

Tekanan Kritis : 1118,7 psia

Panas laten penguapan : 123,8 Btu/lb

Panas peleburan : 41,2 Btu/lb

---

***Pra Rencana Pabrik Benzaldehyde***



---

Kalor Spesifik (liquid)	: 0,226 Btu/lb
Panas specific, $C_p$ (gas)	: 0,115 Btu/lb
Panas specific, $C_v$ (gas)	: 0,085 Btu/lb
Specific heat Ratio (gas)	: 1,355
Konduktivitas termal (gas)	: 0,0043 Btu/hr
Viscositas (gas)	: 0,0147 centipoise
Viscositas (liquid)	: 0,325 centipoise
Kelarutan dalam air (20°C)	: 7,30 gram/liter

Sifat-sifat Kimia:

Mempunyai kemurnian lebih besar dari 99,5%, mempunyai efek samping pada indera penciuman dan indera pengecap serta dapat menimbulkan iritasi kulit.

c. Zinc Chloride

Titik beku	: 290 °C
Berat Molekul	: 136,30
Titik didih	: 732°C
Kelarutan dalam air	: 423g/100 g air

---

***Pra Rencana Pabrik Benzaldehyde***



Specific gravity (20°C) : 2,91

#### 1.4.2 Produk

##### Benzaldehyde

Rumus molekul :  $C_6H_5CHO$

Sifat-sifat fisika :

Berat Molekul : 106,12

Titik Didih : 179°C @760mmHg

Titik beku : -26°C

Spesifik gravity : 1,046

Refractive Index : 1,5455 @ 17,6 °C

Auto ignition temp : 192°C atau (378°F)

Tekanan Uap : 10 mmHg @ 62°C

: 60 mmHg @ 99,6 °C

: 100 mmHg @ 112,5°C

: 400 mmHg @ 154,1 °C

Panas Spesifik : 1,615 j/g °K @ 25°C

---

#### ***Pra Rencana Pabrik Benzaldehyde***





Kelarutan dalam air : 0,6 wt @20°C

Viscositas : 1,4 Centipoise @25°C

Panas pembakaran standart : -31,9 KJ/g

Panas pembentukan : -88,89 KJ/mole

Panas Laten penguapan : 362 J/g

Sifat-sifat Kimia:

Terkondensasi dalam senyawa-senyawa nitrogen, kelompok metal aktif, membentuk benzoin dengan katalis KCN, larut sedikit dalam air, serta mudah menguap.



## **BAB II**

### **SELEKSI DAN URAIAN PROSES**

#### **II.1 Macam-Macam Proses**

Dalam perkembangannya, proses pembuatan benzaldehide secara industry dan memiliki nilai ekonomis ada 3 macam, antara lain :

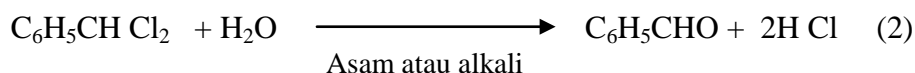
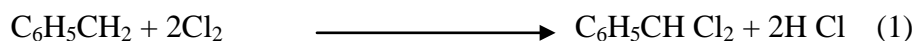
- a. Proses klorinasi toluene fase liquid
- b. Proses oksidasi toluene fase liquid
- c. Proses oksidasi toluene fase uap

##### **A. Proses Klorinasi Toluene fase Liquid**

Dalam fase liquid ini, toluene di ubah dahulu menjadi benzyl klorida dengan mengalirkan klorine kering ke dalam toluene yang mendidih ( $110^{\circ}\text{C}$ ). Benzyl klorida, benzotriklorida dan sejumlah kecil produk klorinasi akan terbentuk sebagai produk samping.

Hydrogen klorida diperoleh kembali dengan penyerapan oleh air. Benzyl klorida dihidrolisis menjadi benzaldehide dengan dan sedikit asam atau alkali. Benzaldehide murni diperoleh dengan cara distilasi dengan kemurnian kurang lebih 98%.

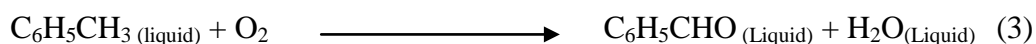
Reaksi :



### B. Proses Oksidasi Toluene Fase Liquid

Proses oksidasi toluene menjadi benzaldehyde fase liquid ini menggunakan katalis yang homogeny. Pada proses dengan manganese dioksida dalam asam sulfat dapat menghasilkan benzaldehyde berkadar 14%. Jika katalis yang digunakan cobalt dan proses dilakukan pada tekanan 3 atm benzaldehyde yang diperoleh sebesar 40%. Untuk memperoleh benzaldehyde murni diperoleh dengan cara distilasi.

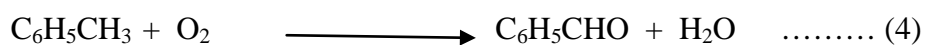
Reaksi :



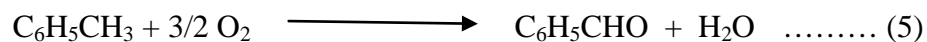
### C. Proses Oksidasi Toluene Fase Uap

Katalis yang sering digunakan adalah vanadium pentoksida dengan Pottasium sulfate dan uranium oksida plus Mplybdenum Oksida pada batu pumice dan Uranium Oksida plus Olybdenum Oksida plus Baron Carbide.

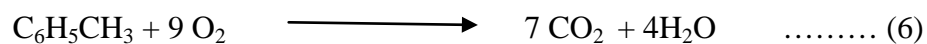
Selama proses oksidasi akan terbentuk sejumlah kecil produk samping yaitu Maleic Anhydride, Asam Benzoat, Anthraquinone, Karbondioksida, dan air.



$$(\Delta H = -89,1 \text{ kkal/mol})$$



( $\Delta H = -162,5$  kkal/mol)



( $\Delta H = -934,4$  kkal/mol)

## II.2 Pemilihan Proses

No.	Parameter	Proses Klorinasi Fase Liquid	Proses Oksidasi Fase Liquid	Proses Oksidasi Fase Uap
1.	Bahan baku	Toluene, Klorine	Toluene, udara	Toluene, Udara
2.	Kemurnian produk	98%	98%	80%
3.	Produk samping	Benzotriklorida, Benzilchloride.	Asam Benzoat, maleic anhydride.	Asam benzoate, maleic anhydride, anthraquinan.
4.	Katalis	Zinc Chloride	Manganese dioksida, Cobalt.	Vanadium pentoks
5.	Kebutuhan Panas	Sedikit karena reaksi eksotermis.	Kebutuhan panas besar	Kebutuhan panas besar

Dengan melihat dan membandingkan ketiga proses tersebut di atas maka dipilih proses klorinasi fase liquid karena benzaldehyde yang dihasilkan mempunyai kemurnian cukup tinggi yaitu sekitar 98% dan merupakan proses yang paling murah dibandingkan dua proses yang lain karena kebutuhan panas yang lebih kecil.

### **II.3 Uraian Proses**

Toluene yang mendidih dan chlorine kering dialirkan menuju ke reactor chlorinasi. Reactor chlorinasi beroperasi pada suhu 100°C dan tekanan 1 atm. Reaksi berlangsung sampai spesifik gravity mencapai 1,283 dimana pada kondisi tersebut sebagian besar benzalchloride terbentuk. Dalam proses klorinasi tersebut tidak hanya benzalchloride yang dihasilkan, melainkan terbentuk pula benzylchloride , benzotrichloride dan HCl sebagai produk samping. HCl dapat diperoleh kembali dengan penyerapan oleh air.

Benzalchloride yang diperoleh dari proses klorinasi akan dihidrolisis menjadi benzaldehyde pada suhu 100°C dengan bantuan katalis. Benzaldehyde yang lebih murni diperoleh dengan cara distilasi. Kemurnian yang akan diperoleh lebih kurang sebesar 98%.